

Rec'd PCT/PTO 03 MAY 2005

10/533675

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/14118

05.11.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

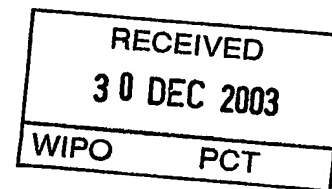
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月 5日

出願番号
Application Number: 特願2002-321634
[ST. 10/C]: [JP2002-321634]

出願人
Applicant(s): アジア航測株式会社

BEST AVAILABLE COPY

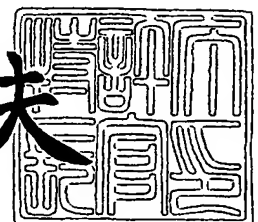


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3102477

【書類名】 特許願

【整理番号】 ASIA-97

【提出日】 平成14年11月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 15/60

【発明の名称】 傾斜赤色化立体画像生成装置及びそのプログラム

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区新宿 4 - 2 - 1 8 新宿光風ビル アジア航
測株式会社内

【氏名】 千葉 達朗

【特許出願人】

【識別番号】 591074161

【氏名又は名称】 アジア航測株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9720401

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 傾斜赤色化立体画像生成装置及びそのプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3次元座標が付与されている多数のデジタルデータを記憶したデータベースとコンピュータとからなる傾斜赤色化立体画像生成装置であって、

前記コンピュータは、

前記デジタルデータの同じZ値を有する3次元座標を繋いだ等高線を有する立体等高線画像を生成する手段と、

前記等高線の間をメッシュ化する手段と、

それぞれのメッシュに着目点を割り付け、該着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュとのZ値の差の平均を求める手段と、

この平均の差の大きさの度合いに応じた赤の階調を前記着目点を有するメッシュに割り当てた傾斜赤色化画像を生成する手段と、

前記着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュのZ値同士を比較し、Z値の大きさに応じたグレイスケールの値を前記着目点を有するメッシュに割り当てたグレイスケール画像を生成する手段と、

前記傾斜赤色化画像と前記グレイスケール画像とを乗算合成することで、傾斜の度合い及び高低の度合いを色で表現した傾斜赤色化立体画像を画面に表示する手段と

を有することを特徴とする傾斜赤色化立体画像生成装置。

【請求項 2】 前記グレイスケール画像は、前記メッシュの着目点における地上開度の大きさに応じたグレイスケールをメッシュに割り当てた地上開度画像と、

前記メッシュの着目点における地下開度の大きさに応じたグレイスケールをメッシュに割り当てた地下開度画像と

からなることを特徴とする請求項 1 記載の傾斜赤色化立体画像生成装置。

【請求項 3】 コンピュータを、

3次元座標が付与されている多数のデジタルデータを読み出す手段、

前記デジタルデータの同じZ値を有する3次元座標を繋いだ等高線を有する立体等高線画像を生成する手段、

前記等高線の間をメッシュ化する手段、

それぞれのメッシュに着目点を割り付け、該着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュとのZ値の差の平均を求める手段、

この平均の差の大きさの度合いに応じた赤の階調を前記着目点を有するメッシュに割り当てた傾斜赤色化画像を生成する手段、

前記着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュのZ値同士を比較し、Z値の大きさに応じたグレイスケールの値を前記着目点を有するメッシュに割り当てたグレイスケール画像を生成する手段、

前記傾斜赤色化画像と前記グレイスケール画像とを乗算合成することで、傾斜の度合い及び高低の度合いを色で表現した傾斜赤色化立体画像を画面に表示する手段

として機能させるための傾斜赤色化立体画像生成プログラム。

【請求項4】 前記グレイスケール画像は、前記メッシュの着目点における地上開度の大きさに応じたグレイスケールをメッシュに割り当てた地上開度画像と、

前記メッシュの着目点における地下開度の大きさに応じたグレイスケールをメッシュに割り当てた地下開度画像と

からなることを特徴とする請求項3記載の傾斜赤色化立体画像生成プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多数の3次元座標を有するデジタルデータの凹凸部の高低及び傾斜を等高線に代わって、色で表現することによって立体感を与えることが可能な傾斜赤色化立体画像生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から用いられている等高線地図で地形を立体的に把握するのは容易ではな

い。

【0003】

一方、地形を格子状の標高値で現したDEMデータ (Digital Elavation Mode 1) は、計算機を利用して演算を行うことにより、さまざまなパラメータを求めることができる。例えば、高度、傾斜角、斜面方位、ラプラシアン、流域区分、水系、などである。これらのデータは、面的に分布する数値に対応する画像に変換することができる。

【0004】

また、ある値の範囲に対応してグレイスケールやレインボウカラーで表示したものは、地形の諸特徴とその分布傾向を視覚的に把握するのに有効で、それをもとにしてさまざまな議論が行われてきた。

【0005】

そして、最近になって、メガフィルタの一種である地上開度、地下開度という考えが出てきた。それぞれの画像は、これまでの画像よりも大地形の特徴を捉えるのに有効である。

【0006】

また、これらの画像の中には、立体的に見せるために、斜め上方向から光をあてた時の影を計算し、陰影図として使用するものもある。しかし、ある特定の方向の傾斜のみが強調されていた。

【0007】

【特許文献1】

特開平1-46902号公報

【0008】

【非特許文献1】

「岩手大論文：横山隆三・白沢道生・菊地祐 (1999) 開度による地形特徴の表示, 写真測量とリモートセンシング, vo.38, no.4, 26-34.」

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、現在の立体画像は以下に説明する問題点がある。

【0010】

(立体画像：ステレオマッチング画像)

基本的に視差を使用するもので、2枚の写真を用いる。その方法にはさまざまなものがあり、赤／青フィルター、偏光フィルター、回折格子、レンチキュラーレンズなど多数の種類がある。いずれも特定の決められた方向から見る必要があり、めがねを利用する必要があるなど拡大縮小は困難である。

【0011】

一方、3D画像といわれるものは特定の方向から見下ろした画像、影の部分は見えない、遠くが小さくなる、近くは解像度が不足する。画像作成に時間を要する、判読に使用できないという問題点がある。

【0012】

(等高線による表現)

等高線は山地の地形を表現するには非常に優れた方法である。しかし、傾斜の急なところ（急崖部分）や傾斜の緩いところあるいは平坦なところ（平野部分）の表現には問題が多い。

【0013】

ある地点が何mかおきに設定されている等高線の高さと同じ時に、等高線がその地点を通るというもので、地形の情報は高さの情報で、しまもある間隔を持った整数値のみである。

【0014】

また、傾斜や傾斜方向は、隣の等高線との間隔から推定するしかない。そのまま拡大したり、縮小したりしてもわかりにくいので、作り直す必要がある。

【0015】

さらに、等高線が込み合っていると隙間がなくなってしまうので崖記号で置換する。この作業が膨大であり、ベクトル化作業の際には逆に障害となっている。

また、細かな凹凸があるところでは等高線の一本ずつに高さを付与しなければわからないが、省略することがある。

【0016】

(面的な標高値取得手段)

航空写真測量による図化作業の場合に、ある特定の高さの値を連ねた等高線情報を直接取得する。この方法では、複数の等高線のあいだの高さは、はじめから与えられていない。しかしながら、航空機レーザー計測や解析図化機によるメッシュ測量の場合にはDEMの状態データが取得され、その後等高線を発生させるという方法を取る。

【0017】

この場合、最終成果を等高線で表現すると、等高線と一致しない、大量のデータが表現できずに捨て去られてしまうということになる。しかも、レーザーによる情報があまりにも詳しいために等高線が細かく屈曲し、見にくいという印象をあたえ、そのような理由でスムージングをかけることすらある。詳細なDEMデータを有効に利用するには、等高線によらない表現手法を検討する必要がある。

【0018】

本発明は以上の問題点を解決するためになされたもので、高いか低いか及び傾斜の度合いを一目で立体的に把握できる傾斜赤色化立体生成装置を得ることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明の傾斜赤色化立体画像生成装置は、3次元座標が付与されている多数のデジタルデータを記憶したデータベースとコンピュータとからなる傾斜赤色化立体画像生成装置である。

【0020】

前記コンピュータは、前記デジタルデータの同じZ値を有する3次元座標を繋いだ等高線を有する立体等高線画像を生成する手段と、前記等高線の間をメッシュ化する手段と、それぞれのメッシュに着目点を割り付け、該着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュとのZ値の差の平均を求める手段と、この平均の差の大きさの度合いに応じた赤の階調を前記着目点を有するメッシュに割り当てた傾斜赤色化画像を生成する手段と、前記着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュのZ値同士を比較し、Z値の大きさに応じたグレイスケールの値を前記着目点を有するメッシュに割り当てたグレイスケール画像を生成する手段と、前記傾斜

赤色化画像と前記グレイスケール画像とを乗算合成することで、傾斜の度合い及び高低の度合いを色で表現した傾斜赤色化立体画像を画面に表示する手段とを備えたことを要旨とする。

【0021】

本発明の傾斜赤色化立体画像生成プログラムは、コンピュータを、3次元座標が付与されている多数のデジタルデータを読み出す手段、前記デジタルデータの同じZ値を有する3次元座標を繋いだ等高線を有する立体等高線画像を生成する手段、前記等高線の間をメッシュ化する手段、それぞれのメッシュに着目点を割り付け、該着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュとのZ値の差の平均を求める手段、この平均の差の大きさの度合いに応じた赤の階調を前記着目点を有するメッシュに割り当てた傾斜赤色化画像を生成する手段、前記着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュのZ値同士を比較し、Z値の大きさに応じたグレイスケールの値を前記着目点を有するメッシュに割り当てたグレイスケール画像を生成する手段、前記傾斜赤色化画像と前記グレイスケール画像とを乗算合成することで、傾斜の度合い及び高低の度合いを色で表現した傾斜赤色化立体画像を画面に表示する手段として機能させる。

【0022】

【発明の実施の形態】

本実施の形態は、DEM (Digital Elevation Model) データをもとに、傾斜、地上開度、地下開度の3つのパラメータを求め、平面分布をグレイスケール画像として保存。地上開度と地下開度の差分画像をグレイに、傾斜を赤のチャンネルにいれて、擬似カラー画像を作成することによって、尾根や山頂部分が白っぽく、谷や窪地が黒っぽく表現し、傾斜が急な部分ほど赤く表現する。このような表現の組み合わせにより、1枚でも立体感のある画像が生成（以下立体赤色化マップともいう）する。

【0023】

つまり、本実施の形態の立体化マップの立体表現手法は、等高線の間をメッシュ化し、それぞれの隣のメッシュとの差すなわち傾斜は赤の階調で表現し、周辺に比べて高いか低いかはグレイスケールで表現する。これは尾根谷係数とでも呼

ぶべきもので、より明るいほうが周辺に比べて高く（尾根的）、より暗いほうが周辺に比べて低い（谷的）ことを示すことになる。これらを乗算合成することによって、立体感が発生する。

【0024】

図1は本実施の形態の傾斜赤色化立体画像作成装置の概略構成図である。図1に示すように、本実施の形態の傾斜赤色化立体画像作成装置4は、以下に説明するコンピュータ機能を備えている。また、この傾斜赤色化立体画像作成装置4には、各種データベースを接続している。

【0025】

データベース1にはレーザデータ R_i を保存している。このレーザデータ（ R_x 、 R_y 、 R_z ：レーザデータによる座標であることを示すために R を付加）は、図2に示すように対象地域上空（デジタルカメラ撮影範囲が好ましい）を水平飛行する航空機により、下方にレーザ光を発射し、往復に要した時間と、航空機の位置、姿勢、発射角度から計算（コンピュータ）によって、地表面の x 、 y 、 z を求めて保存している。前述の飛行位置の把握にはGPS（図示せず）、姿勢の把握にはIMUを用いている。

【0026】

また、レーザ発射器（図示せずZ）は、毎秒33000回発射することが可能であり、80cmに1点の密度で標高点（ R_x 、 R_y 、 R_z ）の取得が可能である。

【0027】

そして、1回のレーザ発射について複数の反射パルスが測定された場合には、最終反射のデータを採用して保存している。

【0028】

また、受信したレーザデータの分布傾向を検討し、周辺よりもスパイク状に高い点は、通過できなかった樹木のレーザデータと認定して取り除いている。さらに、樹木以外に家屋や、自動車、橋等のレーザデータも取り除いている。つまり、データベース1には、地表面のレーザデータ R_i のみを保存している。

【0029】

データベース 2 には、少なくともデジタルカメラ撮影範囲の等高線地図 H_i (2万5000分の1: 等高線に番号を付している) を記憶している。また、この等高線図の特徴点の座標 (H_x 、 H_y 、 H_z : 等高線図データ) を付加している。

【0030】

また、データベース 3 にはステレオマッチングデータ M_i を保存している。このステレオマッチングデータ M_i は、同じエリアを撮影した2枚の航空写真から立体画像を生成する。例えば、2枚の写真の中で既知の建物の面を抽出し、この建物の面に Z 値を与えて立体化 (M_x 、 M_y 、 M_z) し、これを基準として他の地物に Z 値を与えて行く。

【0031】

DEMデータ作成部 6 は、データベース 1 のレーザデータ R_i を読み込み、それぞれの同じ標高値を結んだ等高線図を生成し、この等高線図に対して TIN を作成して地面を復元する。そして、TIN と各格子点の交わる点の高さを求め DEM データ (DEM: Digital Elevation Model) を作成する。

【0032】

また、DEMデータ作成部 6 は、データベース 2 に保存されている等高線地図 H_i を読み、等高線同士を結んだ TIN を生成し、これを前述の DEM データにコンバートしている。

【0033】

次に、本実施の形態で用いる DEM データについて説明する。例えば、「数値地図 50m メッシュ (標高)」は $1/25,000$ 地形図の縦・横を各々 200 等分したメッシュ (メッシュ間隔は緯線方向が 2.25 秒、経線方向が 1.50 秒となっている) の中心の標高を 10cm 刻みで読み出して 2 次元配列とする。

【0034】

「数値地図 50m メッシュ (標高)」における標本地点 (標高値を読み出した位置) 間の距離は、緯経度によって異なり (例えば北緯 40 度線上では東西方向が 46.26m に対して南北方向が 53.37m となる)、また標本地点の配列

方向と方位が南北以外では一致せず、そのズレも距離が大きくなると共に増大する。

【0035】

広域の地形解析には標本地点の間隔が一定で、方位とデータ配列の方向とが一致しているデジタル標高モデルが便利である。このため、「数値地図50mメッシュ（標高）」をもとに、標本地点間隔を50mとするUTM図法（Zone 52～55を適用した）によるデジタル標高データを用いるのが好ましい。これをUTM-DEMと呼ぶことにする。

【0036】

「数値地図50mメッシュ（標高）」からUTM-DEMへの変換では共に一次内挿法を採用する。

【0037】

図3はUTM-DEMの標本地点の配置を示したものである。方位が北を0度とする時計回りの角度Dで示されるとき、8方位（北、北東、東、南東、南、南西、西、北西）は0度から45度毎に順次現れるものとなる。以後、1つの標本地点を

(i, j, H)

と記述するものとする。ここで*i*及び*j*は標本地点の位置を示す行及び列番号であり、*H*はその標高値である。

【0038】

また、本実施の形態の傾斜赤色化立体画像作成装置4は、図1に示すように地上開度データ作成部9と、地下開度データ作成部10と、傾斜算出部8と、凸部強調画像作成部11と、凹部強調画像作成部12と、斜度強調部13と、第1の合成部14と、第2の合成部15とを備えている。

【0039】

本実施の形態では、開度という概念を用いている。開度は当該地点が周囲に比べて地上に突き出ている程度及び地下に食い込んでいる程度を数量化したものである。つまり、地上開度は、図4に示すように、着目する標本地点から距離*L*の範囲内で見える空の広さを表しており、また地下開度は逆立ちをして地中を見渡

す時、距離 L の範囲における地下の広さを表している。

【0040】

開度は距離 L と周辺地形に依存している。図5は9種の基本地形についての地上開度及び地下開度を、方位毎の地上角及び地下角の8角形グラフで示したものである。一般に地上開度は周囲から高く突き出ている地点ほど大きくなり、山頂や尾根では大きな値をとり窪地や谷底では小さい。逆に地下開度は地下に低く食い込んでいる地点ほど大きくなり、窪地や谷底では大きな値をとり山頂や尾根では小さい。実際には、距離 L の範囲内でも種々の基本地形が混在しているために、地上角及び地下角の8角形グラフは変形され開度も種々の値をとることが多い。

【0041】

前述のように $D\phi_L$ 及び $D\psi_L$ が L に対して非増加特性をもっていることから、 Φ_L 及び Ψ_L もまた L に対して非増加特性を持っている。

【0042】

また、開度図は計算距離の指定によって、地形規模に適合した情報抽出が可能であり、方向性及び局所ノイズに依存しない表示が可能である。

【0043】

つまり、尾根線及び谷線の抽出に優れており、豊富な地形・地質情報が判読できるものであり、図6に示すように、一定範囲のDEMデータ上（地表面：立体：図6の（a））において、設定した当該地点Aから8方向のいずれか一方を見たときに最大頂点となる点Bを結ぶ直線 L_1 と、水平線とがなす角度ベクトル θ_i を求める。この角度ベクトルの求め方を8方向に渡って実施し、これらを平均化したものを地上開度 θ_i と称し、一定範囲のDEMデータ上（地表面：立体）に空気層を押し当てた立体（図6の（b））を裏返した反転DEMデータ（図6の（c））の当該地点Aから8方向のいずれか一方を見たときに最大頂点となる点C（一番深い所に相当する）を結ぶ直線 L_2 と、水平線とがなす角度を求める。この角度を8方向に渡って求めて平均化したのを地下開度 ψ_i と称している。

【0044】

すなわち、地上開度データ作成部9は、着目点から一定距離までの範囲に含ま

れるDEMデータ上において、8方向毎に地形断面を生成し、それぞれの地点と着目点を結ぶ線（図6の（a）のL1）の傾斜の最大値（鉛直方向から見たとき）を求める。このような処理を8方向に対して行う。傾斜の角度は天頂からの角度（平坦なら90度、尾ねや山頂では90度以上、谷底や窪地では90度以下）

また、地下開度データ作成部10は、反転DEMデータの着目点から一定距離までの範囲において、8方向毎に地形断面を生成し、それぞれの地点と着目点を結ぶ線の傾斜の最大値（図6の（a）の地表面の立体図において鉛直方向からL2を見たときには最小値）を求める。このような処理を8方向に対して行う。

【0045】

図6の（a）の地表面の立体図において鉛直方向からL2を見たときの角度 ψ_i は、平坦なら90度、尾根や山頂では90度以下、谷底や窪地では90度以上である。

【0046】

つまり、地上開度と地下開度は、図7に示すように、2つの基本地点A（ i_A, j_A, H_A ）とB（ i_B, j_B, H_B ）を考える。標本間隔が1mであることからAとBの距離は

【数1】

$$P = \sqrt{(i_A - i_B)^2 + (j_A - j_B)^2} \quad \dots (1)$$

となる。

【0047】

図7の（a）は標高0mを基準として、標本地点のAとBの関係を示したものである。標本地点Aの標本地点Bに対する仰角 θ は

$$\theta = \tan^{-1} \{ (H_B - H_A) / P \}$$

で与えられる。 θ の符号は① $H_A < H_B$ の場合には正となり、② $H_A > H_B$ の場合には負となる。

【0048】

着目する標本地点から方位D距離Lの範囲内にある標本地点の集合を $D S_L$ と記述して、これを「着目する標本地点のD-L集合」を呼ぶことにする。ここで

$D\beta L$: 着目する標本地点の DSL の各要素に対する仰角のうちの最大値

$D\delta L$: 着目する標本地点の DSL の各要素に対する仰角のうちの最小値

として (図7の (b) 参照)、次の定義をおこなう。

【0049】

定義1 : 着目する標本地点の $D-L$ 集合の地上角及び地下角とは、各々

$$D\phi L = 90 - D\beta L$$

及び

$$D\psi L = 90 + D\delta L$$

を意味するものとする。

【0050】

$D\phi L$ は着目する標本地点から距離 L 以内で方位 D の空を見ることができる天頂角の最大値を意味している。一般に言われる地平線角とは L を無限大にした場合の地上角に相当している。また、 $D\psi L$ は着目する標本地点から距離 L 以内で方位 D の地中を見ることができる天底角の最大値を意味している。 L を増大させると、 DSL に属する標本地点の数は増加することから、 $D\beta L$ に対して非減少特性を持ち、逆に $D\delta L$ は非増加特性を持つ。したがって $D\phi L$ 及び $D\psi L$ は共に L に対して非増加特性を持つことになる。

【0051】

測量学における高角度とは、着目する標本地点を通過する水平面を基準にして定義される概念であり、 θ とは厳密には一致しない。また地上角及び地下角を厳密に議論しようとするれば、地球の曲率も考慮しなければならず、定義1は必ずしも正確な記述ではない。定義1はあくまでも UTM-DEM を用いて地形解析をおこなうことを前提として定義された概念である。

【0052】

地上角及び地下角は指定された方位 D についての概念であったが、これを拡張したものとして、次の定義を導入する。

【0053】

定義II : 着目する標本地点の距離 L の地上開度及び地下開度とは、各々

$$\Phi_L = (0\phi_L + 45\phi_L + 90\phi_L + 135\phi_L + 180\phi_L + 225\phi_L + 270\phi_L + 315\phi_L) / 8$$

及び

$$\Psi_L = (0\phi_L + 45\phi_L + 90\phi_L + 135\phi_L + 180\phi_L + 225\phi_L + 270\phi_L + 315\phi_L) / 8$$

を意味するものとする。

【0054】

地上開度は着目する標本地点から距離Lの範囲内で見える空の広さを表しており、また地下開度は逆立ちをして地中を見渡す時、距離Lの範囲における地下の広さを表している（図4参照）。

【0055】

傾斜算出部8は、DEMデータを正方形にメッシュ化し、このメッシュ上の着目点と隣接する正方形の面の平均傾斜を求める。隣接する正方形は4通り存在しており、いずれか一つを着目正方形とする。そして、この着目正方形の4隅の高度と平均傾斜とを求める。平均傾斜は最小二乗法を用いて4点から近似した面の傾きである。

【0056】

凸部強調画像作成部11は、図8(a)に示すように、尾根、谷底を明るさで表現するための第1のグレイスケールを備え、地上開度データ作成部9が地上開度（着目点からLの範囲を8方向見たときの、平均角度：高いところにいるかを判定するための指標）を求める毎に、この地上開度 θ_i の値に対応する明るさ（明度）を算出する。

【0057】

例えば、地上開度の値が40度から120度程度の範囲に収まる場合は、50度から110度を第1のグレイスケールに対応させ、255階調に割り当てる。つまり、尾根の部分（凸部）の部分ほど地上開度の値が大きいため、色が黒くなる。

【0058】

そして、図9に示すように、凸部強調画像作成部11の凸部強調用色割当処理

20が地上開度画像データDaを読み、着目点（座標）を有するメッシュ領域（DEMデータの同じZ値を繋いだ等高線を正方形でメッシュ化し（例えば1m）、このメッシュの4隅のいずれかの点を着目点としている場合）に、第1のグレイスケールに基づく色データを割り付け、これを地上開度ファイル21に保存（地上開度画像データDpa）する。次に、階調補部22がこの地上開度画像データDpaの色階調を反転させた地上開度レイヤーDpをファイル23に保存する。つまり、尾根が白くなるように調整した地上開度レイヤーDpを得ている。

【0059】

凹部抽出部12は、図8（b）に示すように、谷底、尾根を明るさで表現するための第2のグレイスケールを備え、地下開度データ作成部10が地下開度 ψ_i （着目点から8方向の平均）を求める毎に、この地上開度 ψ_i の値に対応する明るさを算出する。

【0060】

例えば、地下開度の値が40度から120度程度の範囲に収まる場合は、50度から110度を第2のグレイスケールに対応させ、255階調に割り当てる。つまり、谷底の部分（凹部）の部分ほど地下開度の値が大きいので、色が黒くなることになる。

【0061】

そして、図9に示すように、凹部強調画像作成部12の凹部強調用色割当処理25は、地下開度画像データDbを読み、着目点（座標）を有するメッシュ領域（DEMデータの同じZ値を繋いだ等高線を正方形でメッシュ化し（例えば1m）、このメッシュの4隅のいずれかの点を着目点としている場合）に、第2のグレイスケールに基づく色データを割り付け、これを地下開度ファイル26に保存する。次に、階調補正処理27が地下開度画像データDbの色階調を補正する。色が黒くなり過ぎた場合は、トーンカーブを補正した度合いの色にする。これを地下開度レイヤーDqと称してファイル28に保存する。

【0062】

斜度強調部13は、図8（c）に示すように、傾斜の度合いを明るさで表現するにに応じたで表現するための第3のグレイスケールを備え、傾斜算出部8が傾斜

度（着目点から4方向の平均）を求める毎に、この傾斜度の値に対応する第3のグレイスケールの明るさ（明度）を算出する。

【0063】

例えば、斜度 α_i の値が0度から70度程度の範囲に収まる場合は、0度から50度を第3のグレイスケールに対応させ、255階調に割り当てる。つまり、0度が白、50度以上が黒。傾斜 α の大きい地点ほど色が黒くなる。

【0064】

そして、図10に示すように、斜度強調画像作成部13の斜度強調用色割当処理30は、地下開度画像データD_bと地上開度画像データD_aとの差画像を斜度画像D_rとしてファイル31に保存する。

【0065】

このとき、着目点（座標）を有するメッシュ領域（DEMデータの同じZ値を繋いだ等高線を正方形でメッシュ化し（例えば1m）、このメッシュの4隅のいずれかの点を着目点としている場合）に、第3のグレイスケールに基づく色データを割り付ける。次に、赤色処理がRGBカラーモード機能でRを強調する。つまり、傾斜が多きほど赤が強調された傾斜強調画像D_rをファイル33に得る。

【0066】

第1の合成部14は、地上開度レイヤーD_pと地下開度レイヤーD_qとを乗算して合成した合成画像D_h（D_h=D_p+D_l）を得る。このとき、谷の部分が潰れないように両方のバランスを調整する。

【0067】

前述の「乗算」というのはphotoshop上のレイヤーモードの用語で、数値処理上はOR演算となる。

【0068】

【表1】

グレイスケール		i-1	i	i+1
高いほど明るい	→ 地上	36	52	45
高いほど暗い	→ 地下	32	48	61
計		68	100	106

このバランス調整は、地上開度と地下開度の値の配分は、ある地点を地点を中心として一定の半径 ($L/2$) の地表面を切り取る。

【0069】

空全体が一様な明るさの場合に地表面から見上げる空の広さが地面の明るさを与える。

【0070】

つまり、地上開度が明るさとなる。しかし、光が回り込むことまで考えると、地下開度の値も考慮するべきである。

【0071】

この両者の比をどのようにするべきかで、地形の尾根の部分強調したり、任意に変化させることができる。谷の中の地形を強調したいときは b の値を大きくする。

【0072】

明るさの指標 = $a \times \text{地上開度} - b \times \text{地下開度}$

但し、 $a + b = 1$

すなわち、図111に示すように、地上開度レイヤー D_p (尾根を白強調) と地下開度レイヤー D_q (底を黒く強調) と乗算合成した灰色の階調表現の合成画像を得る ($D_h = D_p + D_l$)。

【0073】

一方、第2の合成部は、ファイルの傾斜強調画像 D_r と第1の合成部で合成して得た合成画像 D_h と合成した尾根が赤色で強調された立体赤色化画像 K_i を得て、表示部に表示する。

【0074】

すなわち、図12に示すように、地上開度レイヤー D_p (尾根を白強調) と地下開度レイヤー D_q (底を黒く強調) と乗算合成した灰色の階調表現の合成画像 D_h を得ると共に、斜度画像 D_{ra} に対して傾斜が多きほど赤が強調された傾斜強調画像 D_r を得る。

【0075】

そして、この傾斜強調画像 D_r と合成画像 D_h とを合成することで、立体赤色

化画像 K i を得る。

【0076】

図13は、本実施の形態の処理を用いた青木ヶ原一帯の立体地図である。図13に示すよう、天神山スキー場の直ぐ南にある「氷穴火口列」は青木ヶ原溶岩流を流出させた火口の一つである。空中写真では深い樹林に阻害され、その位置を確認することが困難である。また、航空測量による等高線地図では氷穴火口列は表現することが困難（図14参照）であったが、レーザデータによる地図（図15参照）では氷穴火口列らしいことが分かる。

【0077】

これに対して、本実施の形態の立体映像によれば、図16に示すように氷穴火口列であることがハッキリ分かると共に、溶岩流が作る凹凸や登山道も分かる。

【0078】

また、図17及び図18は拡大図であり、溶岩流れ、道路の傾斜、凹凸が視覚的に分かる。

【0079】

なお、上記実施の形態の手法は、金星の地形や火星の地形に適用できる。さらに、電子顕微鏡で測定された凹凸の可視化にも適用できる。また、ゲーム機器に適用すれば、めがねをかけなくとも立体感が得られる。

【0080】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、DEM (Digital Elevation Model) データをもとに、傾斜、地上開度、地下開度の3つのパラメータを求め、平面分布をグレイスケール画像として保存。地上開度と地下開度の差分画像をグレイに、傾斜を赤のチャンネルにいれて、擬似カラー画像を作成することによって、尾根や山頂部分が白っぽく、谷や窪地が黒っぽく表現し、傾斜が急な部分ほど赤く表現する。このような表現の組み合わせにより、1枚でも立体感のある画像が生成できる。このため、一目で凹凸の高低の度合い及び傾斜の度合いを把握させることができる。。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態の傾斜赤色化立体画像作成装置の概略構成図である。

【図 2】

レーザ計測の手法を説明する説明図である。

【図 3】

8 方向の配列を説明する説明図である。

【図 4】

地上開度と地下開度とを説明する説明図である。

【図 5】

地上開度と地下開度とを説明する説明図である。

【図 6】

地上開度と地下開度とを立体的に説明する説明図である。

【図 7】

地上開度と地下開度と標本地点と距離の関係を説明する説明図である。

【図 8】

グレイスケースの割り当てを説明する説明図である。

【図 9】

凸部強調画像生成部、凹部強調画像生成部、第 1 の合成部の概略構成図である。

【図 1 0】

斜度強調画像作成部と第 2 の合成部の概略構成図である。

【図 1 1】

地上開度画像と地下開度画像と合成画像との生成の過程を説明する説明図である。

【図 1 2】

傾斜赤色化立体画像の生成過程を説明する説明図である。

【図 1 3】

本実施の形態の傾斜赤色化立体画像生成装置によって得られる画像の説明図である。

【図 1 4】

等高線図を説明する説明図である。

【図 15】

レーザデータによる等高線図を説明する説明図である。

【図 16】

図 13 の拡大図である。

【図 17】

図 13 の拡大図である。

【図 18】

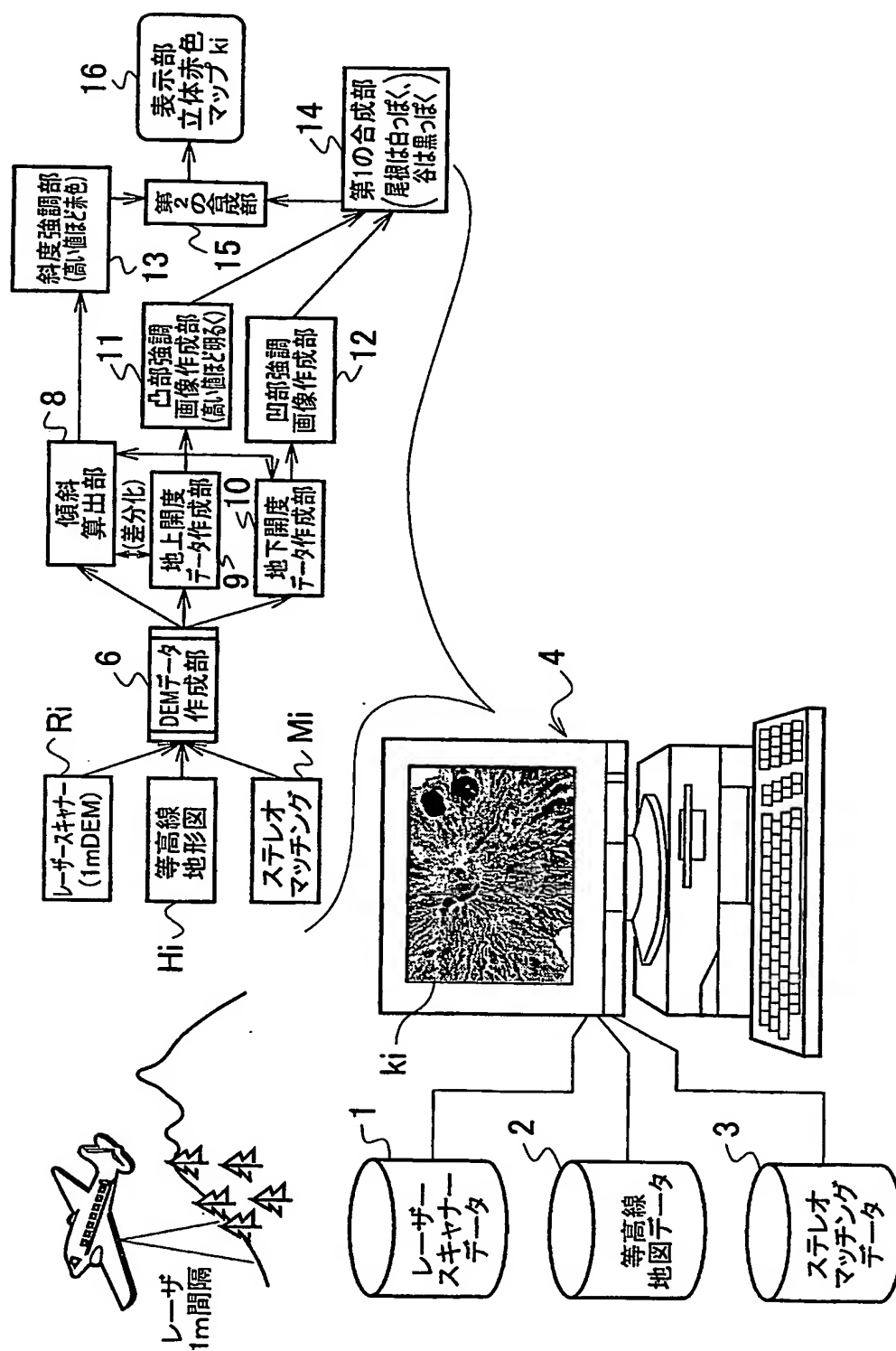
図 13 の拡大図である。

【符号の説明】

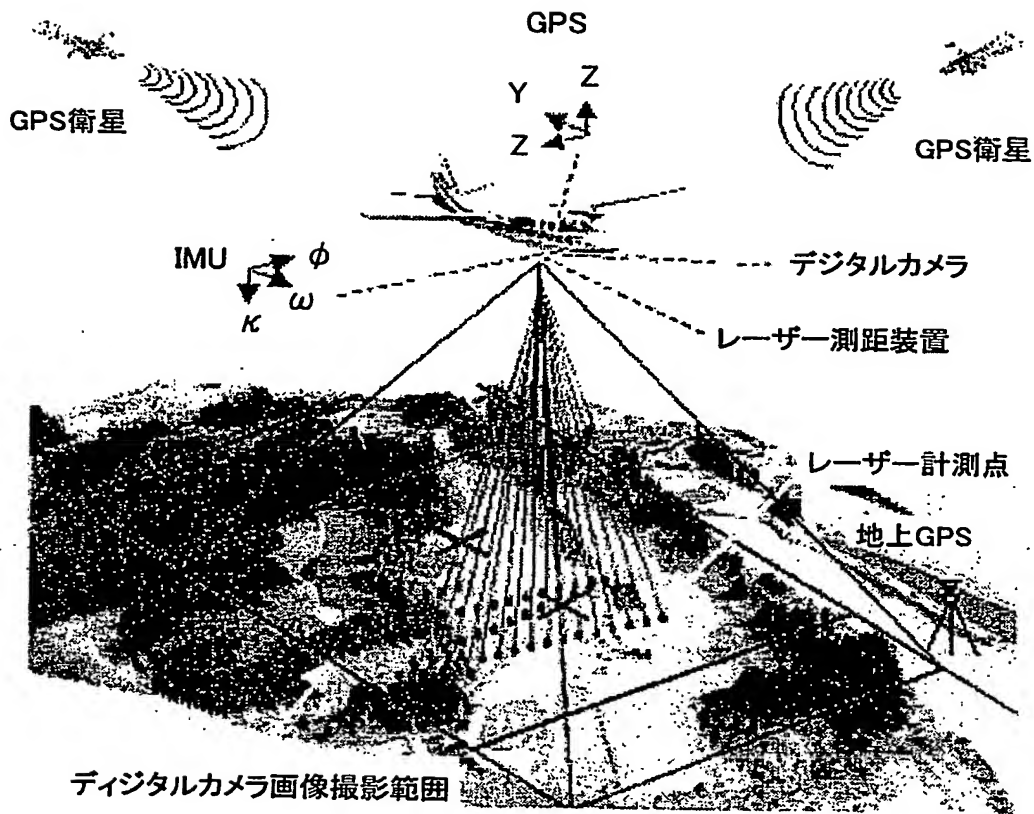
- 4 傾斜赤色化立体画像作成装置
- 9 地上開度データ作成部
- 10 地下開度データ作成部
- 8 傾斜算出部
- 11 凸部強調画像作成部
- 12 凹部強調画像作成部
- 13 斜度強調部
- 14 第 1 の合成部
- 15 第 2 の合成部

【書類名】 図面

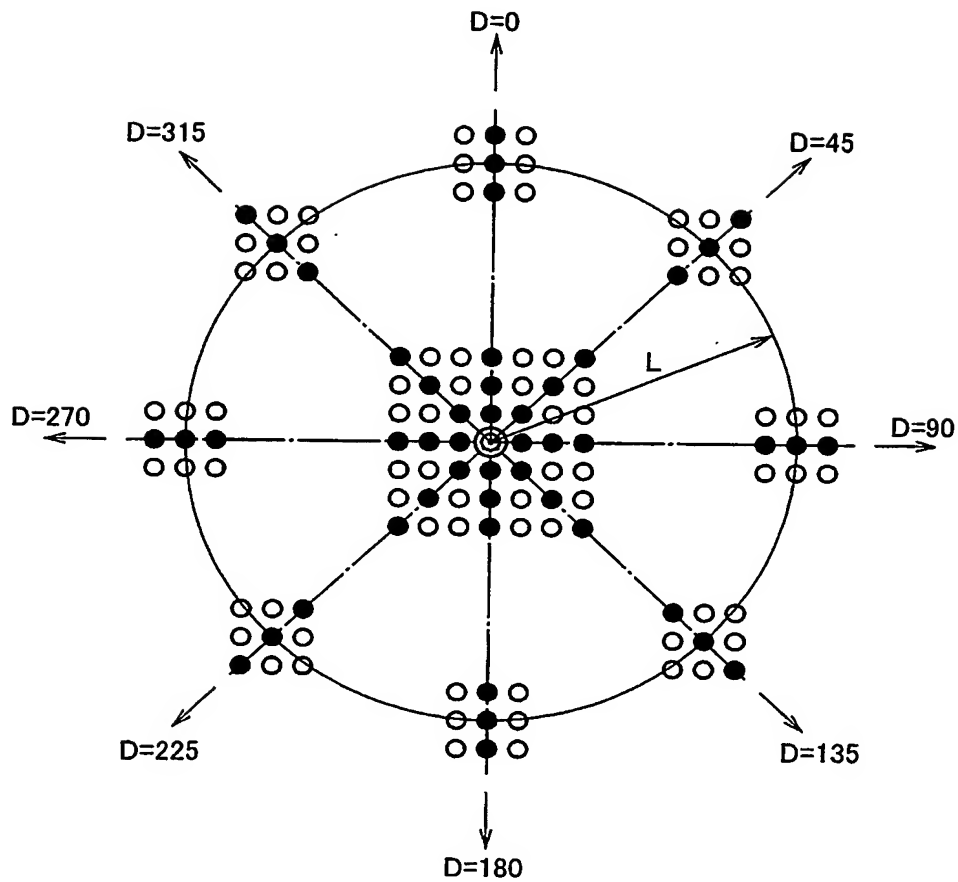
【図 1】



【図 2】

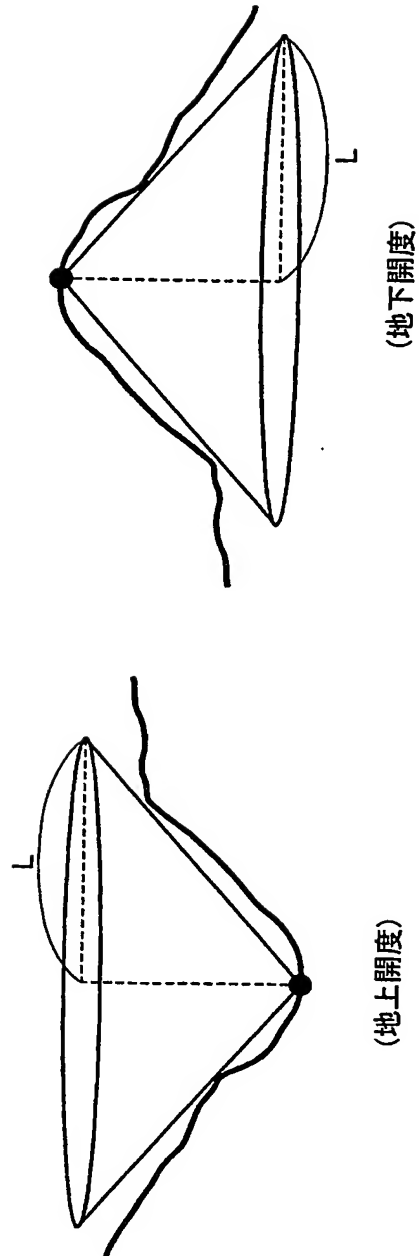


【図 3】



：UTM-DEMにおいて着目する標本地点(◎印)を中心にした標本地点の配列の状況。
 ●印は8方位にある標本地点を意味し、○印は他の標本地点を意味する。

【図 4】



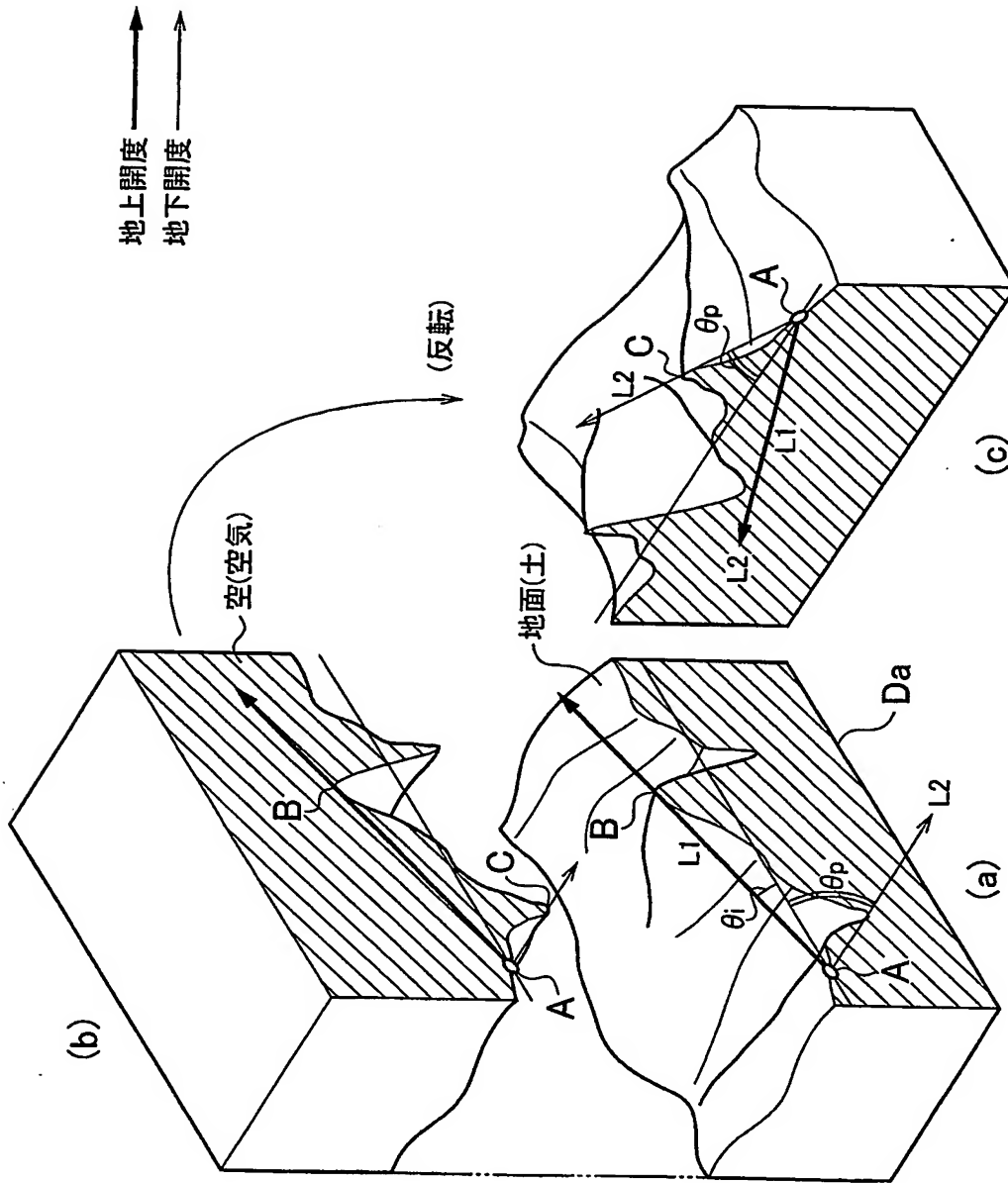
着目する標本地点(●印)における開度。

【図5】

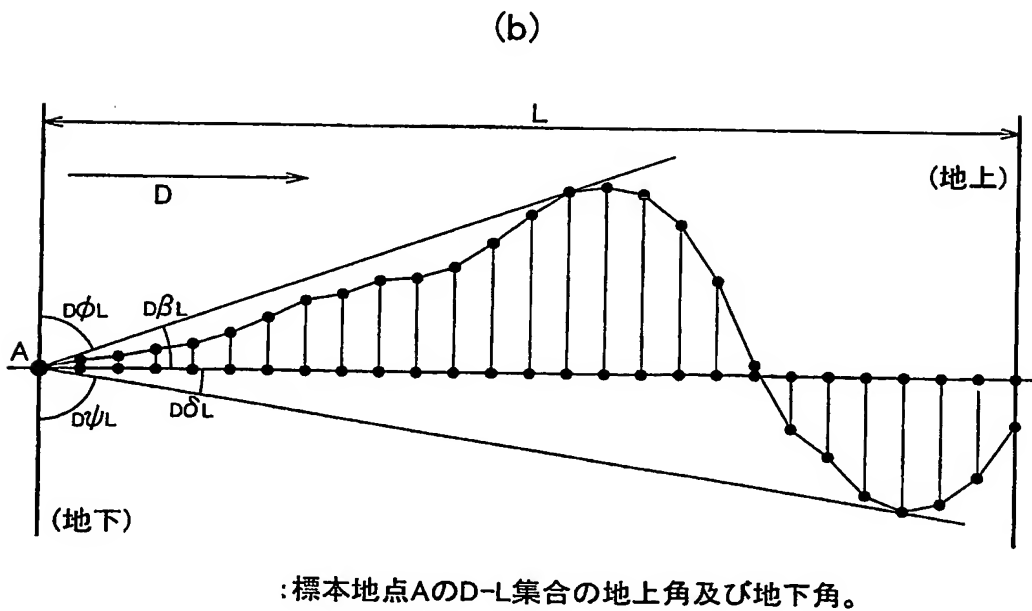
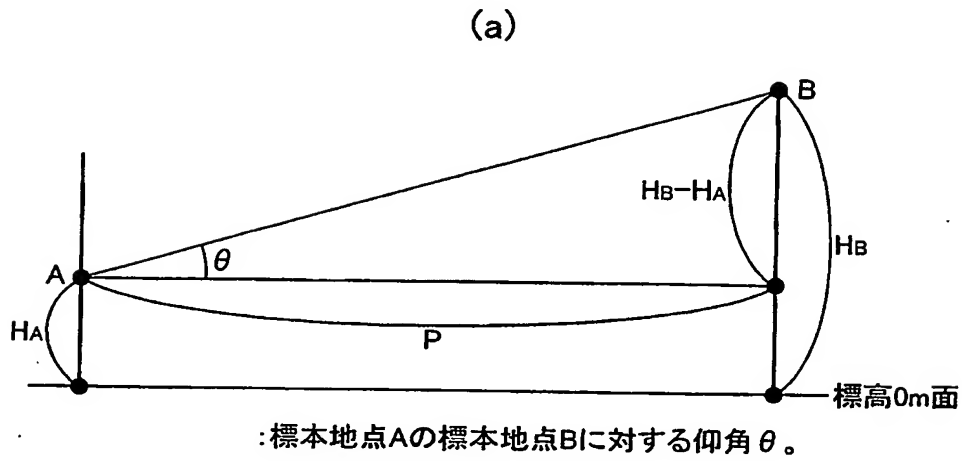
:基本地形の中の着目する標本地点(●印)の地上開度と地下開度。
開度は平地の地上角及び地下角(90度となる)を5目盛とする方位別の相対的尺度の8角形グラフで示している。

基本地形		地上開度	地下開度
1	平地	(中) 	(中)
2	山頂	(特大) 	(特小)
3	凹地	(特小) 	(特大)
4	南北に走る尾根	(大) 	(小)

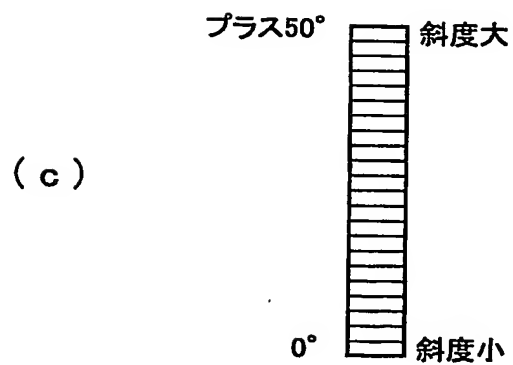
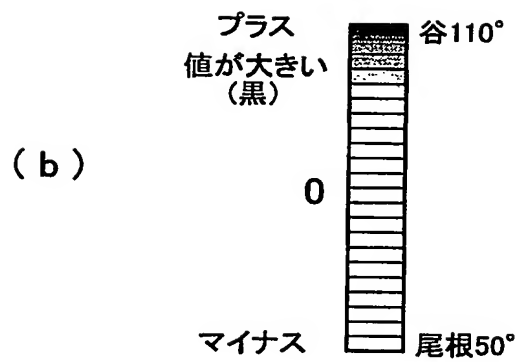
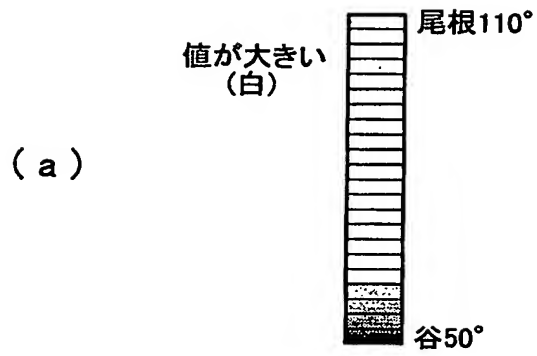
【図 6】



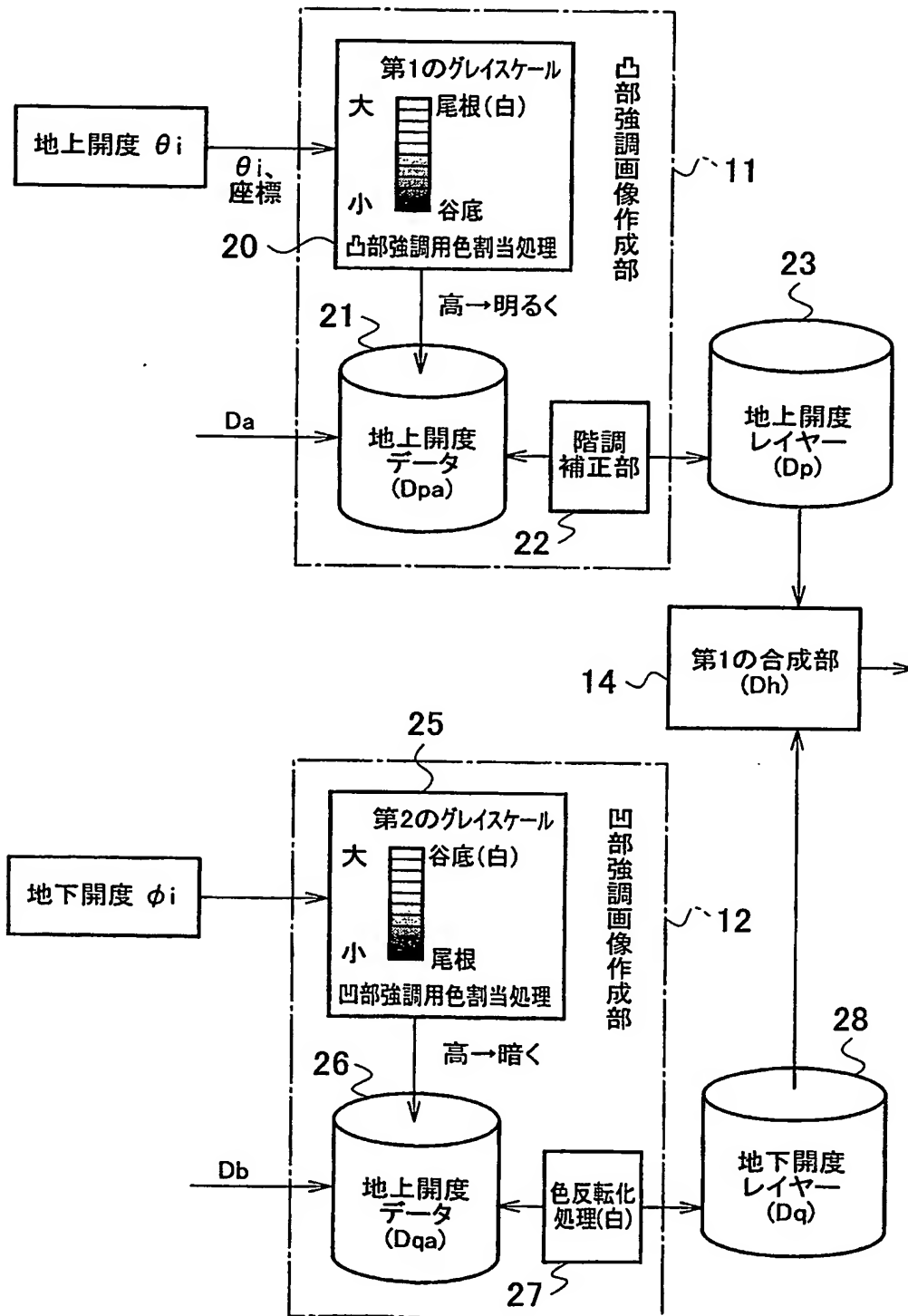
【図 7】



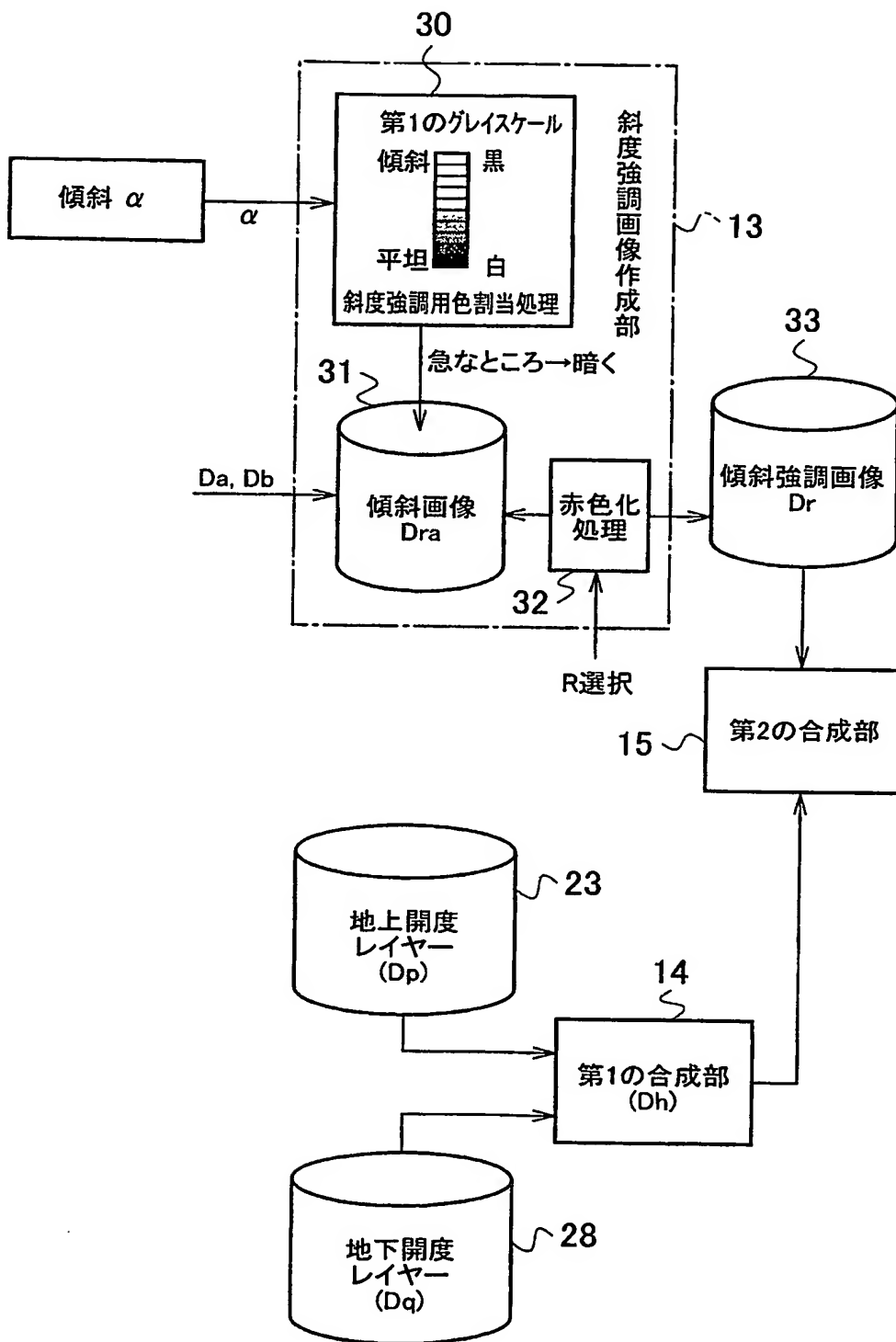
【図 8】



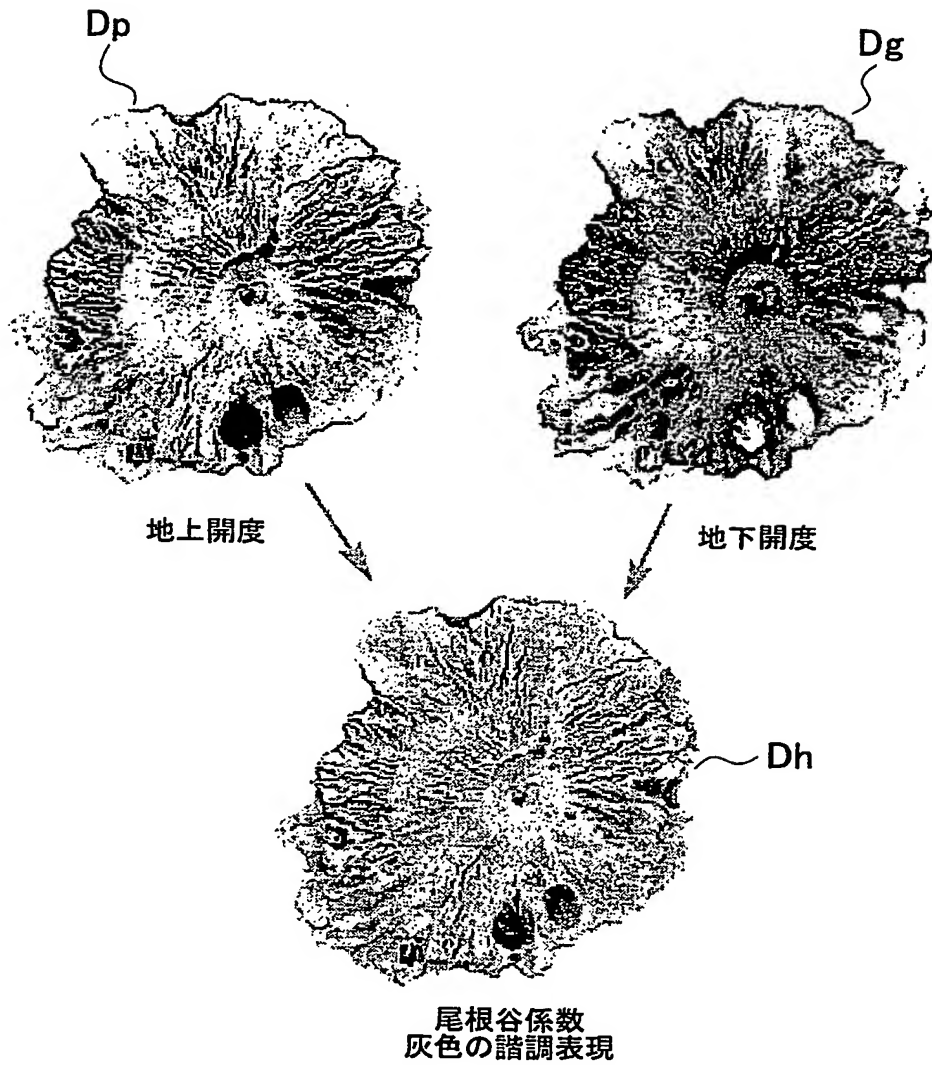
【図 9】



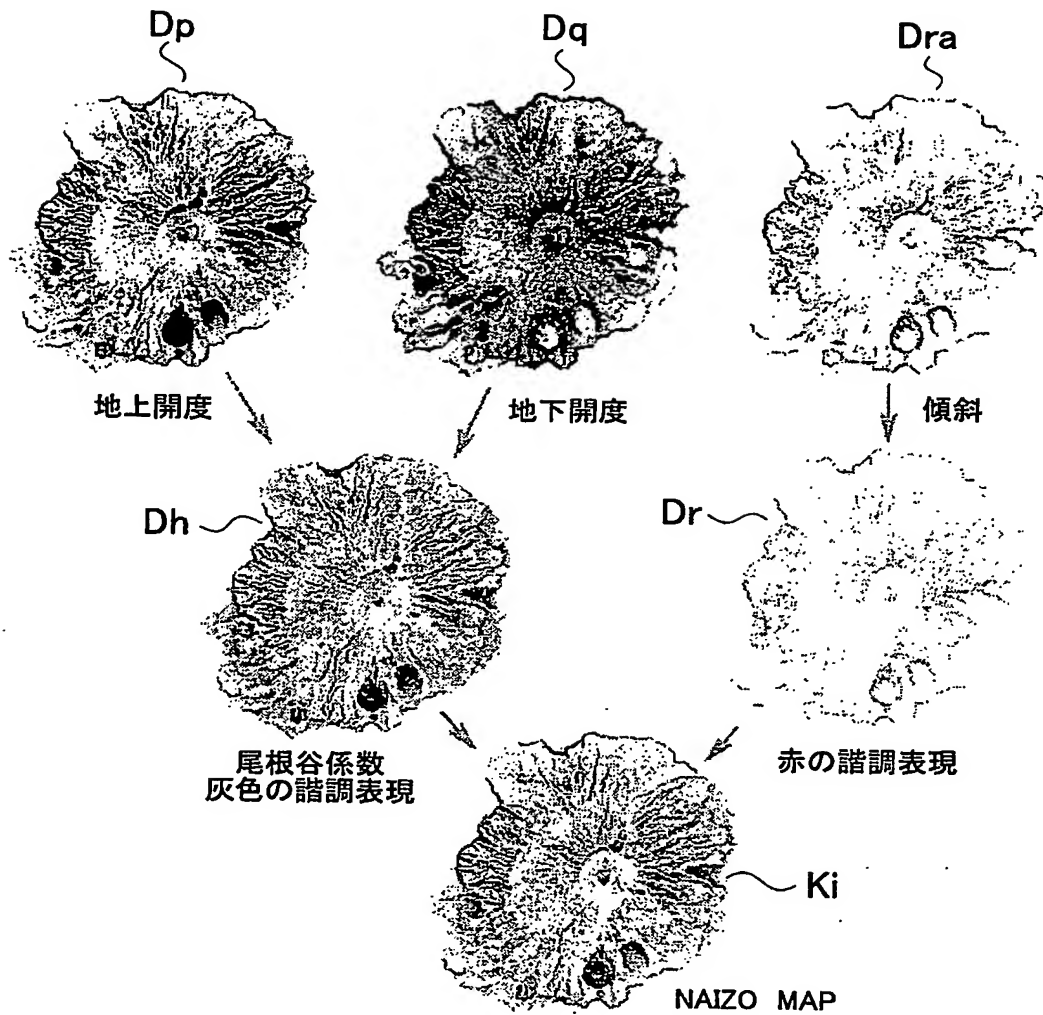
【図 10】



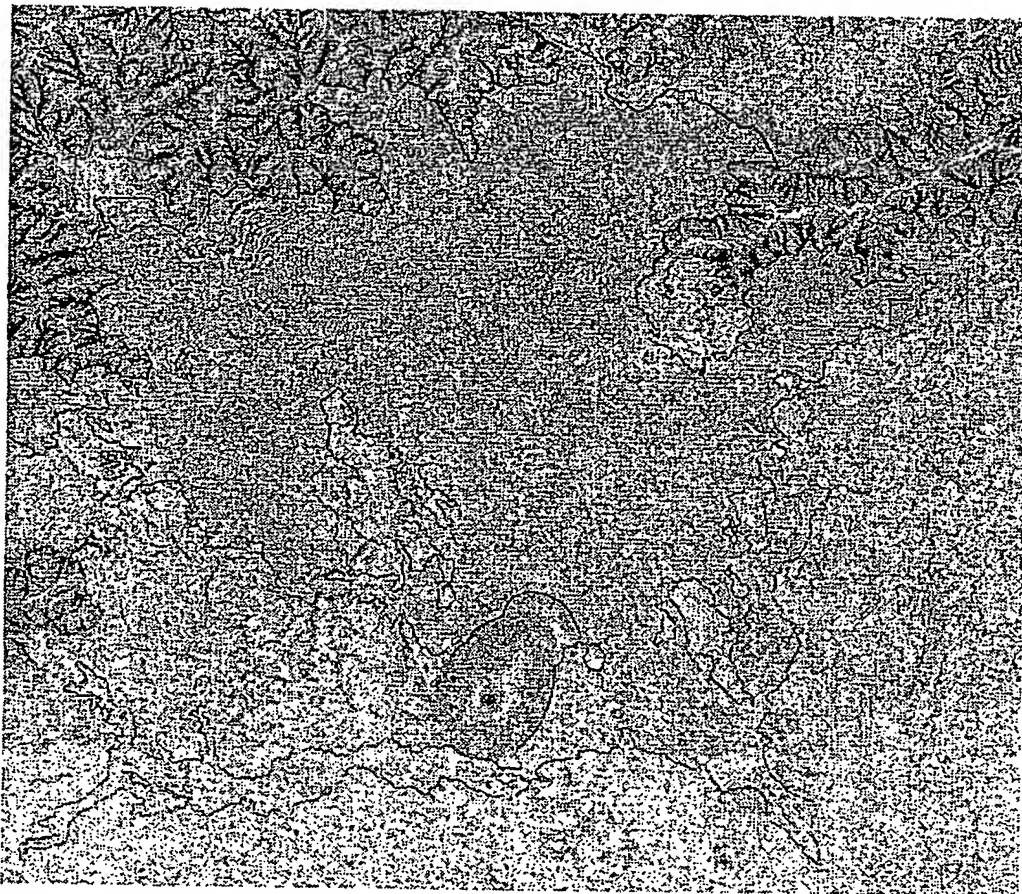
【図 11】



【図 12】



【図 13】



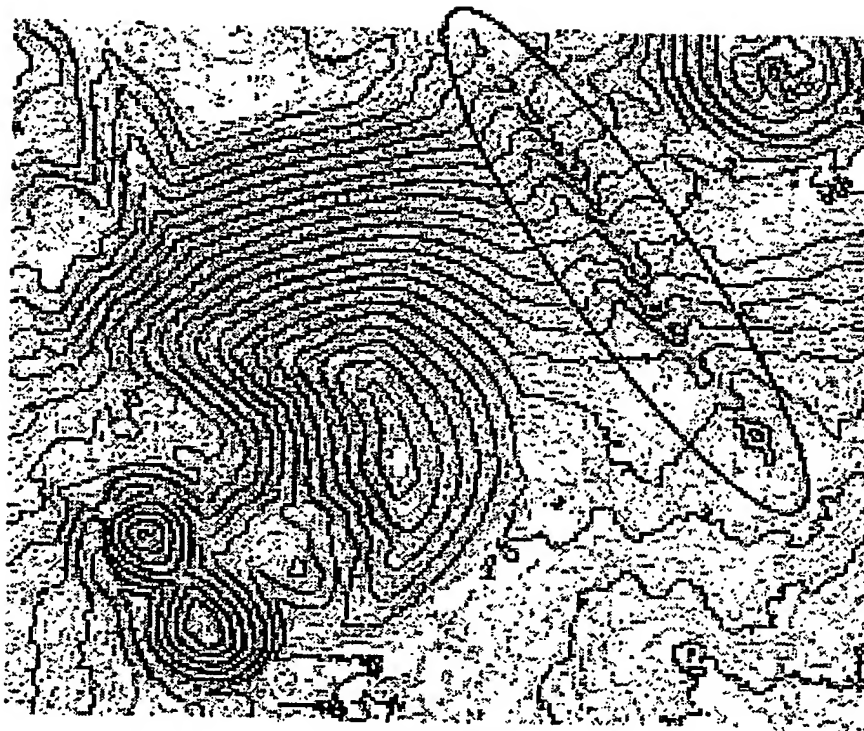
青木ヶ原溶岩流分布域のレーザー立体画像

【図 14】



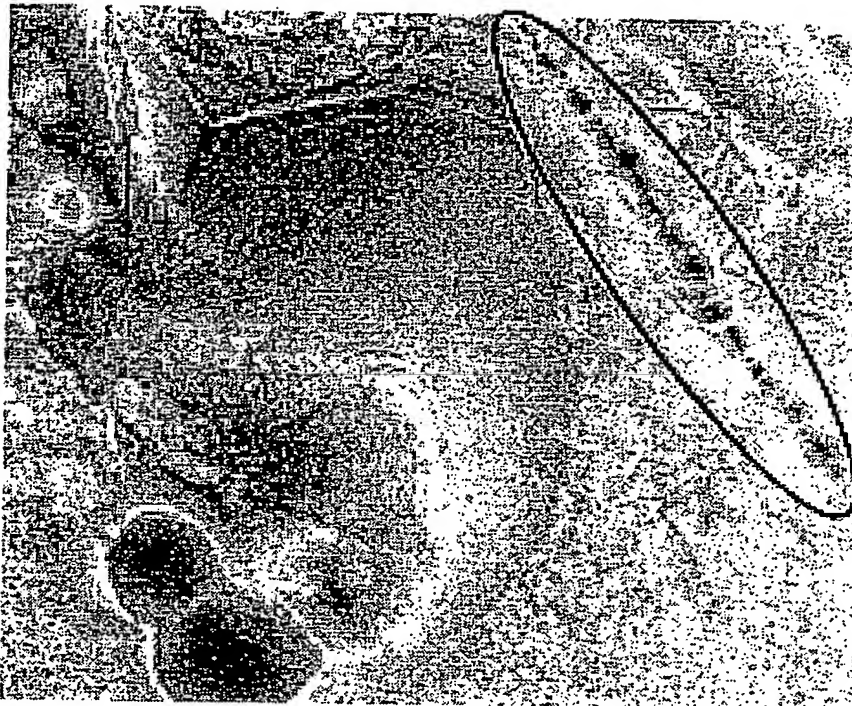
航空写真測量による地形図 氷穴火口列は表現されていない

【図 15】



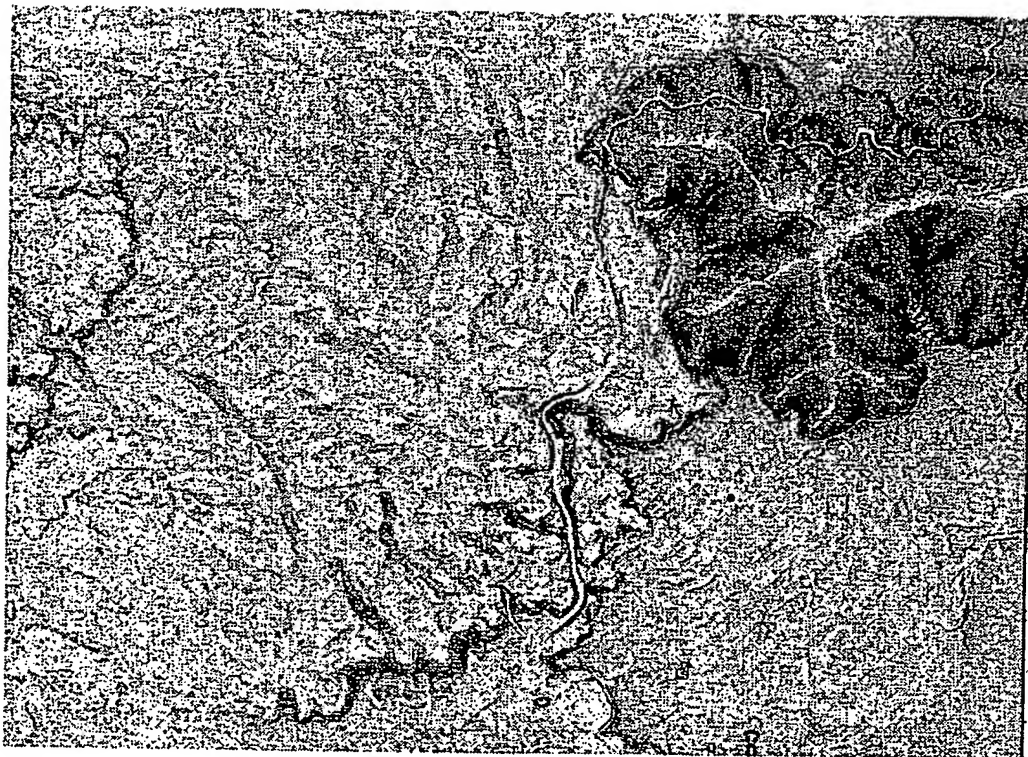
レーザ等高線図

【図 16】



立体画像

【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高いか低いか及び傾斜の度合いを一目で立体的に把握できる傾斜赤色化立体生成装置を得る。

【解決手段】 3次元座標が付与されている多数のデジタルデータを記憶したデータベースとコンピュータとからなる傾斜赤色化立体画像生成装置4であって、傾斜赤色化立体画像生成装置4は、デジタルデータの同じZ値を有する3次元座標を繋いだ等高線を有する立体等高線画像を生成する手段と、等高線の間をメッシュ化する手段と、それぞれのメッシュに着目点を割り付け、該着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュとのZ値の差の平均を求める手段と、この平均の差の大きさの度合いに応じた赤の階調を着目点を有するメッシュに割り当てた傾斜赤色化画像を生成する手段と、着目点を有するメッシュの隣同士のメッシュのZ値同士を比較し、Z値の大きさに応じたグレイスケールの値を着目点を有するメッシュに割り当てたグレイスケール画像を生成する手段と、傾斜赤色化画像と前記グレイスケール画像とを乗算合成することで、傾斜の度合い及び高低の度合いを色で表現した傾斜赤色化立体画像を画面に表示する手段とを備える。

【選択図】 図1

特願 2002-321634

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[591074161]

1. 変更年月日

1994年 7月 4日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都新宿区新宿4丁目2番18号 新宿光風ビル

氏 名

アジア航測株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.